



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza

Trabajo Fin de Grado en Veterinaria:

Manejo de fracturas en aves salvajes

Fracture management in wild birds.

Autor: Alba Angosto Ballesteró

Director: Azucena Gálvez Torralba

Facultad de Veterinaria

2016

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	3
2.1 Características anatómicas de las aves	4
3. Justificación y objetivos	6
4. Metodología	6
5. Resultados	7
5.1 Valoración pre-quirúrgica de las fracturas	7
5.1.1 Examen clínico del ave	7
5.1.2 Manejo preoperatorio de las fracturas	8
5.1.3 Valoración de las fracturas	8
5.1.4 Luxaciones	10
5.2 Resolución de la fractura	10
5.2.1 Vendajes	11
5.2.2 Técnicas de osteosíntesis en aves	16
5.2.3 Métodos más empleados en función del hueso afectado	21
5.2.4 Seguimiento post-operatorio	21
5.3 Algunos estudios publicados	23
6. Discusión	26
7. Conclusiones	27
8. Valoración personal	28
9. Agradecimientos	28
10. Bibliografía	29
11. Anexos	31

1. Resumen/Abstract

Cada vez es mayor el número de aves salvajes heridas que llegan a los centros de recuperación, así como aves de cetrería que precisan tratamiento veterinario en la clínica de exóticos. En estas especies, las particularidades anatómicas y fisiológicas respecto a los mamíferos hacen que suponga un reto permanente para el veterinario. En este trabajo se pretende hacer una revisión de los métodos actuales para determinar un pronóstico ante una fractura y su posterior resolución, así como los métodos más adecuados para ello. Para ello, se ha realizado un análisis de publicaciones científicas y literatura relacionadas con el tipo de fracturas, pronóstico y resolución así como tres estudios sobre técnicas de osteosíntesis en aves. El pronóstico es fundamental para tomar una decisión sobre el tratamiento, sobretodo la localización de la fractura. Para el tratamiento de aves domésticas o en el caso de contar con pocos medios, el vendaje es una técnica aceptable, pero si queremos una mejor y más rápida recuperación, como en el caso de las aves de vuelo, el mejor método es el quirúrgico.

An increasing number of wounded wild birds are reaching recovery centers, and falconry birds requiring veterinary treatment at the exotic animal clinic too. In these species, their anatomical and physiological particularities regarding mammals make assume a permanent challenge for the veterinarian. This paper is intended to review the current methods for determining a prognosis to a fracture and subsequent resolution and the most appropriate methods for it. To achieve this goal, it has been analyzed scientific publications and literature related to the type of fracture, prognosis and resolution, as well as three studies on bird osteosynthesis techniques. Prognosis is essential to make a decision about treatment, especially the location of the fracture. For treatment of domestic birds or in the case of having limited resources, bandage is an acceptable technique, but if we want a better and faster recovery, as in the case of flying birds, the best method is surgery.

2. Introducción

Cada año aparecen miles de animales salvajes heridos, enfermos, envenenados o huérfanos, y la creciente sensibilidad pública hacia el medio ambiente y sus problemas demanda atenderlos. En los últimos años la rehabilitación de animales y, en particular, de ejemplares de especies protegidas, ha pasado en nuestro país de tener un carácter anecdótico, a ser una actividad en la que diferentes profesionales con formación muy variada se ven involucrados.[1]

Múltiples causas como la contaminación, la caza ilegal, atropellos o choque con cables eléctricos propician el traslado de aves a centros de recuperación de fauna salvaje, y en muchos de estos casos el veterinario debe profundizar en la traumatología y ortopedia en aves salvajes ya que muchos de los ingresos de aves se deben a fracturas óseas.

Por ejemplo, en el centro de recuperación de la fauna de la Alfranca (Pastriz, Zaragoza), el grupo zoológico más recibido son las aves, que suponen sobre el 85% de lo ingresado (62% rapaces, 12% acuáticas y afines, 7% passeriformes y 4% otras); los mamíferos constituyen el 12% y los reptiles y anfibios el 4%. [2]

El crecimiento óseo y la reparación de fracturas entre mamíferos y aves presenta grandes similitudes, pero hay, también, diferencias cuyo conocimiento es esencial para el éxito en el tratamiento de fracturas en aves, por eso es de vital importancia conocer las peculiaridades anatómicas de su organismo, las cuales se resumen a continuación.

2.1 Características anatómicas de las aves [3,4,5]

En las aves, algunos huesos tienen carácter neumático, es decir, están ocupados por aire en su región interna, y mantienen conexiones directas con los sacos aéreos, que a su vez comunican con los pulmones. El carácter neumático de los huesos depende de la especie y la región ósea; son siempre neumáticos los huesos húmero, fémur y esternón, y sólo en ocasiones el tibiotarso y las vértebras cervicales. Como consecuencia del puente que se establece entre los pulmones y el canal medular, las infecciones pueden transmitirse en uno u otro sentido y, por tanto, en las fracturas óseas abiertas que afectan a las extremidades, son posibles las infecciones en sacos aéreos, pulmón, canal medular, etc.

Aunque la arquitectura interna del hueso, a base de cristales de hidróxido de apatita asociados a fibrillas colágenas, es básicamente igual a la de los mamíferos, existen importantes diferencias: [3]

1. Los huesos largos de las aves tienen una cortical muy fina, con poca o ninguna organización en sus sistemas de Havers y el interior del hueso está atravesado por un gran entramado de trabéculas óseas que se orientan por toda la cavidad medular, permitiendo contrarrestar las fuerzas mecánicas externas que cargan sobre el hueso. La mayor cantidad de trabéculas óseas se localizan en los extremos, coincidiendo con los lugares de mayor tensión durante el vuelo.

Esta valiosa trama aporta una gran ligereza y resistencia con un mínimo de sustancia ósea.

2. Sus huesos largos son menos elásticos y se fracturan con más facilidad que los de los mamíferos, debido a su fina y dura corteza y al mayor contenido en sales inorgánicas.

3. El esternón se encuentra articulado con un hueso; el coracoides, en cuyo extremo proximal posee fuertes ligamentos con la clavícula y la escápula. El gran desarrollo del esternón posibilita la inserción de los auténticos músculos voladores (M. pectoral).

4. Refiriéndonos al miembro torácico, no todas las aves poseen igual proporción en la longitud de sus huesos. La evolución ha marcado diferencias acordes con la aptitud de cada una y, por ejemplo, las grandes aves planeadoras como buitres, albatros, cóndores, etc., cuyo movimiento de alas es lento y realizan largas travesías en vuelo de planeo, presentan un húmero proporcionalmente largo con respecto al resto de los huesos del ala.

6. El húmero se une mediante potentes ligamentos al coracoides y a la escápula en un punto, en el que también se fija la clavícula, constituyendo así una región clave para el vuelo, compuesta por cuatro epífisis. El húmero presenta en su extremo proximal la fosa pneumaticitalis, por la que penetra el saco aéreo.

7. El callo óseo se forma principalmente del periostio, por lo que es muy importante la vascularización que procede de los tejidos blandos; en cambio la circulación intramedular de vasos tiene menor importancia en aves que en mamíferos de cara a la cicatrización ósea. [4]

En cuanto al metabolismo, la temperatura corporal de las aves es de unos 40 °C ($\pm 1,5^{\circ}\text{C}$), unos tres grados por encima de la de los mamíferos, por lo que se necesitan **altas tasas metabólicas**, tanto para mantener dicha temperatura como para poder volar. Para conservar el calor, lo hacen por medio del aislamiento que les proporciona el plumaje y por la existencia de redes vasculares tibiotarsales.

Las aves pierden calor exponiendo áreas desnudas de la piel, a través de los sacos aéreos, jadeando y dilatando los vasos sanguíneos superficiales.

Por tanto, en el paciente quirúrgico, es importante no cortar demasiadas plumas para evitar pérdidas de calor. Es bueno precalentar las soluciones a utilizar y no usar alcohol, que aumenta la pérdida de calor por evaporación. [5]

3. Justificación y objetivos

Mientras que en aves exóticas (aquellas que son domésticas o que están expuestas en zoológicos, pues no necesitan volar para comer) que presentan una fractura o problema traumatológico y que van a ser mantenidas en cautividad, la opción predominante es no intervenir quirúrgicamente, ya que no es vital mantener su capacidad de vuelo sólo son relevantes aquellas fracturas que afectan a los miembros pélvicos y que puedan afectar a su capacidad de sujeción.

Por el contrario en aves salvajes se busca su reintroducción en el medio natural por tanto, es fundamental que su capacidad de vuelo se mantenga íntegra, por eso el manejo de las fracturas en esta clase de aves es crucial para su supervivencia.

También en aquellas aves utilizadas para cetrería es importante que mantengan su capacidad de vuelo, ya que lo necesitan para poder cazar.

Por tanto, los objetivos perseguidos en este trabajo son:

- Conocer las consideraciones a tener en cuenta a la hora de tratar una fractura y determinar su pronóstico.
- Revisión de la resolución de fracturas en aves utilizando vendajes y métodos quirúrgicos de osteosíntesis (inmovilizaciones externas, enclavijamiento centromedular, fijadores externos, cerclajes)
- Conocer qué métodos son más eficaces para tratar cada tipo de aves y fractura, en cuanto a recuperación física y recuperación total del miembro.

4. Metodología

Este trabajo se realizará por medio de análisis de publicaciones científicas y literatura sobre fisiología, manejo, traumatología y rehabilitación en aves salvajes, así como de criterios sobre reintroducción.

Para la búsqueda de publicaciones científicas se han utilizado las plataformas virtuales *Pubmed*, *AlcorZe* y *medline*, y las palabras claves (en español e inglés) asociadas a dicha búsqueda han sido aves, rapaces, traumatología, fracturas, ortopedia, rehabilitación.

También se hará uso de estadísticas y tablas, además de imágenes de radiografías del miembro fracturado y otras ilustraciones consideradas de utilidad.

Y finalmente se hará revisión de varios estudios sobre el éxito en técnicas de osteosíntesis en aves.

Respecto a la distribución del trabajo, primero se hará una introducción a la anatomía de las aves, ya que considero que es importante tener en cuenta sus diferencias anatómicas respecto a los mamíferos a la hora de resolver las fracturas, luego se tratará la valoración prequirúrgica de las fracturas, seguido de la resolución de las fracturas y finalmente una revisión de varios estudios sobre el éxito en técnicas de osteosíntesis en aves.

También al final del trabajo se encuentra la sección de anexos.

5. Resultados

5.1. Valoración pre-quirúrgica de las fracturas [3,4,6,7,8,9,10].

El tratamiento dependerá de las necesidades del ave y del medio en el que esta vive (y en el caso de que se trate de un animal que viva en cautividad, como aves de cetrería o de zoológico, de los requerimientos del propietario).

Los objetivos del tratamiento son estabilizar la fractura, permitir o favorecer el reparto de las cargas y proporcionar un uso limitado durante la cicatrización. También se busca la conservación de la longitud del hueso y la alineación angular y rotacional del miembro.

5.1.1 Examen clínico del ave:

Primero de todo, es importante conocer la especie, sexo y si es posible la edad del ave, así como la extremidad afectada y la posible causa del traumatismo. También es importante valorar el estado de salud general, ya que la presencia de una fractura se suele acompañar de un trauma mayor y comprobar que no hay más fracturas.

Se empieza la exploración de las alas con el animal posicionado en decúbito dorsal, y se examina cada hueso y cada articulación de forma separada, primero en una ala y después en la otra, y se examina la extremidad afectada comparándola con la extremidad normal.

También se volara el patagio para valorar la existencia de heridas, tejido cicatricial etc.

Posteriormente se coloca el ave en decúbito dorsal para examinar la columna vertebral, especialmente la unión vertebral a nivel del sinsacro.

Cuando la fractura se presenta en una extremidad inferior, se debe valorar la posible presentación de pododermatitis en la extremidad contralateral antes de decidir el tratamiento que se va a instaurar.

Posteriormente, se realiza el examen radiológico el cual es fundamental en el diagnóstico de fracturas o luxaciones. Es recomendable realizar radiografías de la extremidad sana y de la afectada para comparar.

5.1.2 Manejo preoperatorio de las fracturas

Para la estabilización del ave se administrará fluidoterapia, antiinflamatorios y antibióticos de amplio espectro. La estabilización es muy importante ya que, aunque se aplique un tratamiento quirúrgico correcto, el ave puede morir como resultado del estrés asociado con el daño inicial o la terapia aplicada.

Si la herida está muy sucia, como suele ser habitual, primero deben retirarse aquellos elementos extraños como plumas, arena, sangre y restos de tejido necrótico mediante un lavado con suero estéril y posterior aplicación de antibiótico local, un apósito estéril y finalmente un vendaje adecuado.

5.1.3 Valoración de las fracturas

Una vez estabilizado el paciente, se procede a valorar diversos aspectos que determinan el **pronóstico** de la fractura como son:

- **El hueso fracturado:** En función del hueso afectado, e independientemente de las características de la fractura, habrá diferentes posibilidades de tratamiento y pronóstico. **(Gráfica 1)**

Gráfica 1: Según un estudio publicado por la revista AVEPA en 1987, sobre 157 aves lesionadas, el hueso que más afectado resultó fue el húmero, seguido del cúbito/radio.[8]

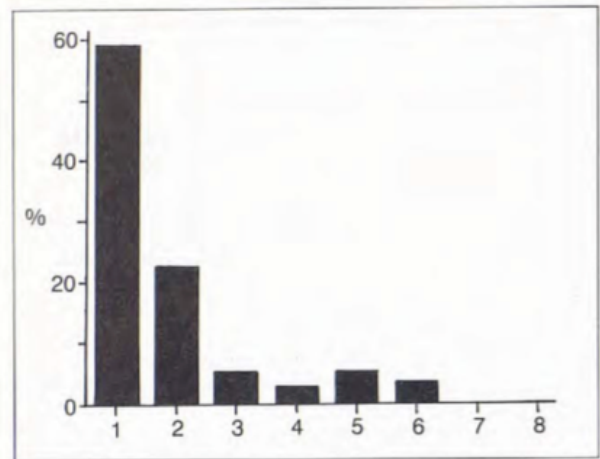


Fig. 1. Porcentaje de huesos afectados. 1. Húmero. 2. Cúbito Radio. 3. Metacarpo. 4. Fémur. 5. Tibiotarso. 6. Metatarso.

➤ **Localización de la fractura en el hueso:**

El pronóstico en cuanto a la recuperación de la fractura depende de la localización de ésta dentro del hueso. Por lo general, en un mismo hueso son más fáciles de reducir las fracturas diafisiarias que las epifisiarias.

➤ **Exposición de alguno de los fragmentos:** El pronóstico es mejor si la fractura es cerrada, ya que no están contaminadas como en el caso de las fracturas abiertas, y además, por lo general, suelen ser transversas y con menos frecuencia conminuta u oblicuas. En cambio, la mayoría de las fracturas abiertas son conminuta, seguidas a distancia por las fracturas oblicuas y además suelen presentar tejido óseo expuesto, necrótico y/o infectado, y tienen alto riesgo de complicaciones como osteomielitis secundarias. Generalmente, las fracturas con medio centímetro de exposición en ambos fragmentos y con más de 24 horas de antigüedad no son resolubles. Por otra parte, la neumaticidad de algunos huesos posibilita la sepsis en los sacos aéreos desde fracturas abiertas, debido a la existencia de comunicación entre ellos.

➤ **Número de esquirlas óseas:** A mayor número de esquirlas, más difícil resultara la estabilización de todos los fragmentos, además, las fracturas con conminuta se asocian a importantes daños de los tejidos adyacentes, siendo más probable la presentación de secuestros óseos y complicaciones en la cicatrización. Las fracturas conminuta cicatrizan mejor cuanto menor sea la manipulación quirúrgica.

➤ **Grado de lesión de los tejidos blandos adyacentes:** Es otro aspecto importante a la hora de determinar el tratamiento y el potencial de recuperación de la función normal de la extremidad. Es importante prestar atención a los vasos, nervios y unidades músculo- tendinosas de la zona lesionada, además de las adherencias producidas durante la cicatrización que pueden limitar el movimiento de la extremidad.

- **Antigüedad de la fractura:** El pronóstico mejora cuánto mas reciente sea la fractura. El principal problema que nos encontramos es el desarrollo de fibrosis, que complica la reducción de la fractura.

En función del pronóstico de la fractura, podemos establecer que hay fracturas que no tienen tratamiento posible, fracturas que requieren tratamiento inmediato y fracturas que requieren cierto nivel de experiencia y una atención inmediata para un manejo adecuado (**Anexo I y II**)

5.1.4 Luxaciones

En general, las aves domésticas son más susceptibles a las luxaciones del miembro posterior y de la columna vertebral, mientras que en las aves silvestres se observan con mayor frecuencia luxaciones en el ala. El diagnóstico se hace sobre la base de exámenes ortopédicos y radiográficos detallados. El tratamiento conservador y la coaptación han sido utilizadas con éxito en carpo, hombro, coracoides y luxaciones metatarsofalángicas. El tratamiento quirúrgico se recomienda para las luxaciones en hueso palatino, articulación metacarpofalángica, articulación coxofemoral y articulares intertarsianas. Las técnicas que se han aplicado, incluyen artrodesis, osteotomía de la cabeza femoral, barras de polímero, placas óseas, y fijación interna y externa en varias combinaciones. Actualmente, no existen estudios controlados, que determinen las ventajas y desventajas de cada técnica. [10]

5.2 Resolución de la fractura [3,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21]

Una vez hemos estabilizado al animal, localizado y valorado la fractura, y hemos determinado un pronóstico, debemos proceder a solucionar la fractura, en la actualidad se cuenta con varios métodos.

5.2.1 Vendajes:

La coaptación externa está recomendada en determinadas circunstancias: como cuando la anestesia o la cirugía pueden poner en riesgo la vida del animal; fracturas con un mínimo desplazamiento entre los fragmentos óseos y sin afectación articular; en fracturas conminuta severas donde la reparación primaria es complicada; en fracturas secundarias a una enfermedad metabólica ósea, en las que el hueso no es capaz de soportar las técnicas de

osteosíntesis; como método de emergencia hasta que sea posible realizar una la cirugía o como soporte adicional a las fracturas reparadas por otros métodos. Se puede aceptar como una técnica de estabilización primaria, cuando se acepta una pérdida de la función de la extremidad afectada (p.ej en aves de jaula).

La inmovilización externa de las fracturas presenta una serie de ventajas e inconvenientes frente a la reducción quirúrgica de las mismas (**Tabla 1**)

Tabla 1: Ventajas e inconvenientes de la inmovilización externa de las fracturas

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No se altera el hematoma producido en el foco de fractura, que será el que se reorganice y forme el callo óseo. ➤ Se evita el traumatismo tisular, que siempre conlleva la cirugía. ➤ El riesgo de infección es menor. ➤ Es una técnica más barata. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La reducción de fractura es menos precisa. ➤ Se limita la utilización de la musculatura de la extremidad afectada, y por tanto se produce atrofia por desuso. ➤ Es difícil encontrar una estabilidad adecuada ➤ El tiempo de curación puede ser mayor y, por tanto, el riesgo de complicaciones aumentará.

○ Tipos de vendajes más utilizados

Cuando el paciente presenta una lesión ósea en un ala que precisa inmovilización, si se otorga libertad de movimientos al homólogo sano, se entorpece la adecuada formación del callo óseo, sobre todo si la fractura se halla localizada en el primer hueso del ala (húmero) puesto que el ala sana se moverá, influyendo negativamente sobre la que permanece inmovilizada. Para solucionar este problema es necesario en ocasiones inmovilizar también la extremidad torácica sana, especialmente si se trata de una fractura de húmero. Si se hace rodeando al tronco con cinta adhesiva formando un bloque en el que quedan también incluidas las dos alas, se presentarán problemas para mantenerse en la estación, sobre todo por los intentos que realizará el paciente al intentar liberarse de sus ataduras (suele terminar por trabarse las

garras y los dedos con la cinta en la región de la quilla). Para evitar éste y otros inconvenientes, se recomiendan varios tipos de inmovilización:

- Vendaje en “8”

Es uno de los vendajes más utilizados, está indicado para el tratamiento no quirúrgico de las fracturas de las falanges, del metacarpo y algunas de cúbito y radio (sobretudo si uno de los dos huesos está intacto); para la inmovilización de luxaciones de codo y carpo; para la inmovilización del ala después del tratamiento quirúrgico del cúbito, radio o metacarpo; y para la inmovilización de las curas y protección de una herida sobre los tejidos blandos del ala o para colocar una vía intraósea en el ala.

Mediante este vendaje se inmoviliza el ala flexionada en posición fisiológica usando plumas primarias y secundarias como férula (**Figura 1**)



Figura 1: Detalle de un vendaje en “8” [7]

-Vendaje en “8” y al cuerpo: Es un vendaje complementario al descrito anteriormente, y se usa para el tratamiento no quirúrgico de fracturas de húmero, coracoides, escápula y clavícula; inmovilización de luxaciones de la articulación escapulohumeral y postoperatorio de intervenciones quirúrgicas realizadas en el humero o en coracoides.

Para llevar a cabo su aplicación, después de realizar un vendaje en “8”, se vuelve a vendar alrededor del cuerpo, sobre el mismo lugar, pero ahora cogiendo en cada vuelta el ala afectada. Se debe dejar libre el ala **no** afectada.

También se usa como técnica complementaria en enclavijamientos intramedulares en fracturas proximales del ala.



Figura 2: Detalle de un vendaje en “8” y al cuerpo [7]

-Vendaje de las alas con dos vendas circulares alrededor del cuerpo: Está indicado de las fracturas de húmero y escápula; fracturas con mínimo desplazamiento; fracturas conminuta severa de la epífisis distal o proximal de los huesos del ala.

Mediante este vendaje, las dos alas se inmovilizan, gracias a la colocación de dos vendas circulares paralelas alrededor del cuerpo del ave. Una venda circular se coloca a nivel del hombro englobando los carpos y otra a nivel del codo englobando las dos articulaciones, y las dos vendas circulares se conectan entre sí mediante una tira situada a lo largo de la línea media dorsal del cuerpo, para prevenir el desplazamiento. **(Figura 3)**



Figura 3: Detalle de un vendaje de las alas con dos vendas circulares alrededor del cuerpo [7]

-Vendaje Robert-Jones: Se puede utilizar como vendaje temporal para fracturas simples del tercio distal del tibiotarso y tarsometatarso; traumatismos en la articulación del tarso y como tratamiento postquirúrgico.

Es un vendaje compresivo acolchado que se utiliza en fracturas simples del tercio distal de tibiotarso y tarsometatarso, normalmente para complementar un enclavijamiento. **(Figura 4)** Más efectivo en animales jóvenes y de peso menor a 500 gr. Suele aportar una estabilidad razonable. Tras el acolchado de la extremidad, se aplica una vendaje con venda de gasa no elástica generando compresión. También puede reforzarse con una férula rígida o semirrígida. Se completa el vendaje con un recubrimiento de venda cohesiva. Ha de tenerse especial cuidado de no aplicar demasiada tensión al vendaje y hacerlo en sentido distal a proximal para evitar la formación de edemas distales, dejando accesible la parte final de los dedos para poder monitorizar manualmente la temperatura de la extremidad. A veces suele terminar en un vendaje en bola.

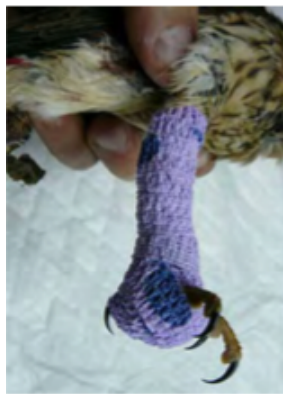


Figura 4: Detalle de un vendaje Robert- Jones [9]

-Vendaje en bola: Es una versión del vendaje anterior en el que se mantienen todos los dedos de la garra posicionados alrededor de una bola de gasa en postura anatómica. **(Figura 5)** También resulta útil en algunos casos de pododermatitis. Tanto este vendaje como el anterior requieren generalmente de otro vendaje contralateral para evitar defectos de apoyo y pododermatitis en la otra extremidad. [9]



Figura 5: Detalle de un vendaje en bola [9]

-Férulas de coaptación: Las férulas consisten en un material más o menos rígido con vendaje o cintas adhesivas que impiden el desplazamiento de fragmentos óseos. Son útiles para la inmovilización de fracturas simples, fracturas que asientan cerca de las articulaciones o como complemento a técnicas quirúrgicas. **(Figura 6)**

En algunas ocasiones se puede hacer una férula con esparadrapo, jeringuillas u otros materiales más o menos rígidos de los que dispongamos.



Figura 6: Detalle de la inmovilización de una extremidad mediante una férula de coaptación [9]

5.2.2 Técnicas de osteosíntesis en aves

Cuando se decide intervenir una fractura, debemos tener en cuenta que la técnica y los materiales ortopédicos seleccionados cumplan con las siguientes características:

- El material debe poseer elevada rigidez, versatilidad, eficacia, maleabilidad y bajo peso.
- Debe neutralizar las fuerzas que aplican tensión, torsión y flexión y cizallamiento sobre el hueso. En caso de fracturas oblicuas o conminutas, es esencial también evitar el colapso del foco de fractura.
- Debe permitir cierto grado de actividad durante la marcha y movimiento, sin lesionar el miembro ni el resto de las partes adyacentes del cuerpo.

- Debe promover el intercambio de carga en la medida que la fractura lo permita.
- Con una buena fijación y un buen estado vascular general en el foco de la fractura, la cicatrización suele llevarse a cabo entre 18-25 días, aunque la mayoría suele requerir mas tiempo, y la integridad de los implantes debe mantenerse todo este período. [7]

• Fijación interna

Entendemos por fijación interna aquella técnica de osteosíntesis que hace necesario abordar el foco de fractura para aplicar uno o más materiales con objeto de conseguir la estabilización de los huesos fracturados.

-Enclavijamiento medular (intramedular o centromedular)

Consiste en la reducción del foco de fractura e inmovilización mediante la introducción en el canal medular de un clavo metálico que, dejado en el lugar, actuará como elemento estabilizador y podrá ser retirado a los 25 días. **(Tabla 2)**

Los clavos más usados en cirugía de aves son las agujas de Kirschner y los clavos de Steinmann, con calibres comprendidos entre 1-4 mm. El enclavijamiento medular es una técnica generalmente orientada al tratamiento de las fracturas diafisarias de los huesos largos.

Esta técnica se puede realizar de dos formas, normógrada y retrógrada. En la forma normógrada, la aguja se introduce desde un punto externo del fragmento proximal (o distal) y se avanza en dirección a la línea de fractura hasta llegar al fragmento distal (o proximal) sin abrir el foco de la fractura.

En el retrógrado, la aguja se inserta desde el foco de la fractura, se conduce por la cavidad medular, atraviesa la cortical del fragmento proximal (o distal) y sale fuera de la piel, para posteriormente ser reintroducido de nuevo hacia el fragmento distal (o proximal) una vez reducida la fractura.

La vía normógrada es menos lesiva pues no se necesita abrir el foco de fractura, pero requiere de una buena reducción previa. La vía retrógrada es más agresiva, pero la reducción suele estar facilitada por la visualización directa de la fractura. **[9] (Anexo III)**

El uso más común de un solo clavo intramedular es para el tratamiento de la fractura de radio. **[11]**

Tabla 2: Ventajas e inconvenientes del uso de enclavijamiento medular

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los materiales son económicos. ➤ Es una técnica relativamente sencilla. ➤ La seguridad de la confrontación entre los extremos óseos. ➤ En la actualidad, es una de las técnicas de osteosíntesis más utilizada con éxito en aves. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El movimiento de rotación se puede producir en el foco de fractura y a veces puede afectar a las articulaciones, por lo que es fundamental elegir el clavo adecuado al tamaño del canal medular. ➤ Suele ser necesario combinarla con otra técnica de osteosíntesis.

-Placas de osteosíntesis

Son piezas metálicas rectangulares provistas de varios orificios, a través de los cuales se introducen tornillos que anclan la estructura directamente al hueso. Para colocarlas se horada previamente el hueso en los puntos de aplicación de los tornillos. Son poco usadas en las alas, aunque sus posibilidades en el miembro pélvico son mayores por tener una cortical de mayor espesor. **(Tabla 3)**

Tabla 3: Ventajas e inconvenientes de las placas de osteosíntesis.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son capaces de vencer prácticamente todas las fuerzas que actúan sobre la fractura. ➤ Dan más estabilidad a la fractura. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se necesita realizar una gran incisión, aumentando con ello los riesgos de sepsis y lesiones neurovasculares. ➤ El hueso tiene que tener un tamaño adecuado. ➤ Se utilizan menos en aves que en mamíferos porque sus corticales son delgadas y quebradizas

Según un estudio, es posible la utilización de miniplacas de 1.3mm y de 1mm para aves de menos de 500 gr de peso en fracturas de cubito y radio. De las 28 aves tratadas durante el estudio, todas consiguieron una recuperación física de la fractura, y un 85,2% una recuperación total. [18]

-Cerclajes

Son hilos que mantienen unidos los extremos fracturados, o distintos fragmentos del hueso. Los materiales utilizados son generalmente el acero inoxidable o el ácido poliglicólico. Pueden ajustarse sobre toda la circunferencia del hueso, o bien, si se han practicado orificios en la cortical del hueso, fijar zonas más concretas. Son muy utilizados para fracturas «en pico de flauta» y para los casos en que se necesita acoplar esquirlas óseas al foco de fractura. (Tabla 4) (Figura 7)

Tabla 4: ventajas e inconvenientes de el uso de cerclajes.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son muy útiles para resolver fracturas oblicuas. ➤ Casi siempre se combinan con clavos intramedulares, y juntos pueden vencer las fuerzas de rotación y cizallamiento que el calvo no puede por sí sólo, y además aporta mayor fortaleza al foco de fractura. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aportan poca rigidez al callo en formación. ➤ Producen hipovascularizacion en el periostio. ➤ Si el cerclaje no queda tenso puede resbalar, dejando los extremos óseos libres de nuevo.



Figura 7: Detalle de la resolución de una fractura mediante el uso de cerclaje [9]

•Fijación externa

La fijación externa es un método capaz de estabilizar las fracturas empleando clavos de metal que atraviesan el hueso, siendo estabilizados externamente mediante un sistema rígido. Los fijadores externos son muy útiles para fijar las fracturas conminutas producidas por disparos de escopeta así como las tibiotarsales en aves acuáticas.

-Componentes

a) *Clavos de fijación o clavos percutáneos.*—Son los clavos que se introducen en el hueso.

Pueden ser:

— Medios clavos: si atraviesan las dos corticales del hueso, pero no sobresalen por la piel del lado opuesto al de la inserción.

— Clavos enteros: atraviesan también la piel del lado opuesto al de la inserción.

b) *Barras conectoras.*—Son los soportes metálicos externos que estabilizan los clavos en la posición adecuada.

c) *Rótulas.*—Son las piezas que coaptan los clavos con las barras.

d) *Articulaciones.*—Son las piezas que unen una barra con otra.

El fijador de Kirschner-Ehmer es el más utilizado debido a su poco peso, diseño simple, facilidad de aplicación y economía. Está constituido por clavos de Steinmann de acero inoxidable. **(Figura 8)**

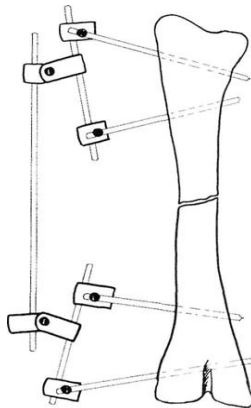


Figura 8: Detalle de un fijador Kirschner-Ehmer [4]

En general, se recomienda el uso de fijadores ligeros en aves. Las agujas hipodérmicas son utilizadas con éxito como clavos, fijándolas externamente con un entramado de hilo de acero y cemento óseo. **(Tabla 5)**

Los medios clavos se recomiendan para las aves con fracturas de fémur, húmero y tibiotarso

Tabla 5: Ventajas e inconvenientes de el uso de fijadores externos

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No es necesario abordar el foco de fractura, con lo que se evita la aparición de complicaciones y permite una adecuada formación del callo óseo. ➤ No se interfiere apenas en la estructura interna del canal medular. ➤ Se evitan los movimientos de rotación de los extremos óseos. ➤ No se lesionan las articulaciones y, por tanto, no se interfiere en la vascularización de las epífisis. ➤ Puede ser utilizada en fracturas abiertas, en las fracturas conminutas y en las uniones retardadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La complejidad del sistema. ➤ Existe la posibilidad de osteomielitis al existir una vía de comunicación con el exterior. ➤ Cuando solo se coloca una barra, con frecuencia se necesita algún otro implante auxiliar para dar suficiente estabilidad a la fractura. Por ejemplo, con clavo intramedular.

La configuración más útil para las fracturas del ala son los fijadores tipo I utilizando epoxi o acrílico para conectar las partes. La férula de tipo II es una excelente opción para fracturas en la pierna a la altura del tibiotarso y por debajo.

Las consideraciones más importantes en la selección de un dispositivo de fijación externa son el peso y el tamaño del dispositivo, la ubicación de la fractura con respecto a las articulaciones, y el pronóstico asociado a la ubicación de la fractura; y de todo ello dependerá la configuración del fijador. **[17]**

Una variedad de materiales, no limitado a materiales médicos tradicionales, se puede usar en la férula de coaptación. Pajitas, cucharas de plástico y pelotas de goma pueden ser eficaces.

[17]

También se debe considerar la localización del clavo y a la distancia entre tuercas, al elegir la fijación esquelética externa para reparar una fractura de húmero o tibiotarso. Se ha observado que clavos insertados en la la diáfisis del húmero y la metáfisis distal del tibiotarso son más resistentes a la extracción. [16]

5.2.3 Métodos más empleados en función del hueso afectado (Anexo II)

1. **Húmero:** La fractura de húmero es de las más frecuentes. Dada la estructura de este hueso se suele recurrir al enclavijamiento centromedular; así como fijadores externos tipo I, casi siempre junto con la aguja intramedular. Puede plantear problemas respiratorios dada su vinculación con los sacos aéreos. Si se interviene pronto (plazo de 5 días) el resultado es favorable.
2. **Cúbito-Radio:** Cuando la fractura afecta a uno sólo de los huesos del antebrazo, se procede a inmovilizar el ala con cinta adhesiva o vendaje en ocho ya que el otro actúa como tutor. Si la fractura afecta al cúbito y al radio se puede enclavijar o emplear fijadores externos tipo I, en ocasiones junto con la aguja intramedular.
3. **Metacarpo:** Las fracturas próximas a esta región son de mal pronóstico ya que provocan casi siempre una pérdida de movimiento. Si no hay grandes desplazamientos óseos se prefiere inmovilizar la articulación.
4. **Fémur:** Estas fracturas permiten el uso del clavo intramedular, así como fijadores externos tipo I junto con la aguja intramedular. Las luxaciones de cabeza de fémur se pueden tratar con reducción cerrada y reposo en caja en los casos de aves de pequeño tamaño. En aves mayores es preferible una cirugía de reparación de tejidos blandos tras la recolocación, y luego reposo durante tres semanas. En aves de menos de 100g puede tratarse con sólo agujas IM. [3] En fracturas del cuello femoral se puede realizar una artroplastia por escisión de cabeza y cuello femoral sin inmovilización después de la cirugía [19]
5. **Tibiotarso:** Fractura frecuente en aves zancudas (Flamencos, Cigüeñas, Espátulas ...) que responden favorablemente a los fijadores externos.
6. **Clavícula y coracoides:** Las fracturas de clavícula y coracoides en aves pequeñas pueden ser tratadas eficazmente con una férula de coaptación. En las aves más de 400 g de peso corporal, es necesaria la reducción abierta para obtener mejores resultados. [17]

A veces, especialmente en fracturas conminutas, puede usarse autoinjerto de tejido óseo esponjoso como fuente osteogénica. En este sentido también se ha utilizado proteína-2 morfogenética ósea humana recombinante como sustituto del injerto. [20]

5.2.4 Seguimiento post-operatorio

Como en cualquier otra cirugía, se proporciona al ave una cobertura antibiótica y analgésica. El aporte de suplementos vitamínicos y minerales puede ayudar a una correcta osificación.

Las suturas y los vendajes deberían ser revisados semanalmente para detectar posibles infecciones, parasitaciones (miasis) que podrían comprometer la evolución del proceso. Es conveniente realizar una radiografía de control a los 15 días de la cirugía para comprobar la formación del callo, la estabilidad del sistema y la ausencia de complicaciones como desplazamientos, no-uniones u osteomielitis. [9]

Es importante realizar un seguimiento adecuado, ya que se ha observado que una infección en fracturas puede incluso llegar a producir una endocarditis bacteriana y trombosis séptica [21]

La rehabilitación física posterior impide el desarrollo de la enfermedad de fractura, como puede ser la anquilosis de la articulación o rigidez del ligamento y la pérdida de masa ósea o muscular. Dado que la rehabilitación física permite al paciente el uso completo de la extremidad afectada, se considera una práctica muy útil en todos los casos. La rehabilitación física, sin embargo, es fundamental para los animales que serán devueltos al medio natural, como las aves de presa y silvestres. [22]

5.3 Algunos estudios publicados [4,23,24]

- Según un estudio realizado en 197 aves entre 1987 y 1992, 109 de ellas tuvieron que ser intervenidas quirúrgicamente. [4]

La técnica más utilizada de los 109 pacientes fue la inmovilización externa mediante vendaje, con un total de 42 casos tratados de esta forma, seleccionada sobre todo en animales que presentaban alineación y confrontación de sus extremos óseos. (Tabla 6)

En estos pacientes así tratados el porcentaje de fallecimientos fue el menor del grupo, un 24%. El mayor porcentaje de recuperaciones físicas lo obtuvieron los pacientes intervenidos mediante la combinación de enclavijamiento centromedular y cerclaje, pero debemos tener en cuenta que estos pacientes eran también los que poseían mayor complejidad en sus lesiones. De los nueve animales intervenidos con fijadores externos, cuatro consiguieron recuperarse

totalmente (44%), es decir, el mayor porcentaje conseguido; sin embargo, conviene aclarar que seis de las fracturas se localizaban en el miembro pélvico, generalmente con mejor pronóstico para la recuperación total.

Todos los animales fueron sometidos a una prueba de valoración para comprobar la funcionalidad del miembro torácico lesionado. Los dictámenes emitidos fueron:

-Recuperación total. Transcurridas unas semanas, y tras un período de ejercitación, el paciente consiguió volar correctamente en vuelo de remonte desde el suelo hasta una altura de 3 metros sin demostrar asimetrías ni deformaciones del miembro torácico intervenido.

- Recuperación física. Transcurridas unas semanas, y tras un período de ejercitación, el paciente no consiguió volar correctamente en vuelo de remonte desde el suelo hasta una altura de 3 metros, o manifestó asimetrías en el miembro torácico que le impidieron un vuelo correcto.

Tabla 6: Resultados del estudio [4]

<u>Técnica empleada</u>	<u>Recuperaciones totales</u>	<u>Recuperaciones físicas</u>	<u>Fallecidos</u>	<u>Total</u>
Inmovilizaciones externas	16	16	10	42
Enclavajamientos medulares	6	12	13	31
Enclavajamientos medulares + cerclajes	3	6	5	14
Cerclajes	2	3	3	8
Placas de osteosíntesis	2	1	2	5
Fijadores externos	4	2	3	9
Total	33	40	36	109

- En este otro estudio se revisan 11 casos de fracturas de cúbito, tratadas en el hospital veterinario de Pamplona, con diferentes métodos de fijación, entre 2002 y 2004. [23]

En los distintos casos que presentan periodos de osificación desde las 3 a las 9 semanas. (Tabla 7)

Tabla 7: Resultados del estudio * TCP: Utilización o no de Beta Fosfato Tricálcico (osteoconductor). ** I.M.: Intramedular [23]

Caso	Especie	Fractura de Cúbito	Fractura de Radio	Fractura abierta/cerrada	Sistema de fijación	TCP(*)	Retirada de implantes	Liberación (desde cirugía)
1	Ratonero Común	Diafisaria incompleta con esquirla	No	Cerrada	Vendaje en 8	No	3 semanas	6 semanas
2	Milano Real	Diafisaria oblicua	Diafisaria transversa	Cerrada	Aguja i.m.(**) normógrada y vendaje en 8	No	3 semanas	6 semanas
3	Halcón Abejero	Diafisaria oblicua	Diafisaria oblicua	Abierta	2 agujas im. Retrógradas	No	5 semanas	7 semanas
4	Águila Calzada	Diafisaria transversa	Diafisaria transversa	Abierta	2 agujas i.m. retrógradas en cúbito y una retrógrada en radio	No	Muere a las 5 semanas	
5	Cernícalo Primilla	Diafisaria múltiple	Diafisaria transversa	Abierta	2 agujas i.m. Retrógradas	No	4 semanas	No registrado
6	Cernícalo Primilla	Diafisaria con pérdida de hueso	No	Abierta	Fijador externo	No	5 semanas	No registrado
7	Ratonero	Diafisaria oblicua	No	Abierta	Placa de osteosíntesis	No	6 semanas	8 semanas
8	Milano Negro	Transversa con esquirla	No	Abierta	Placa de osteosíntesis	Sí	Se libera por error	5 semanas
9	Milano Real	Diafisaria oblicua con fisura distal	Diafisaria distal	Abierta	Fijador externo	Sí	8 semanas	6 meses
10	Milano Negro	Diafisaria con esquirla	Diafisaria proximal	Abierta	Fijador externo y aguja i.m.	Sí	9 semanas	10 semanas
11	Cernícalo Vulgar	Diafisaria oblicua	No	Abierta	Fijador externo	Sí	5 semanas	8 semanas

En este estudio, en algunos casos, se hace uso de una sustancia osteoconductora (beta fosfato tricálcico) para favorecer la formación del callo óseo en el defecto de la fractura, pero no se ha obtenido ningún resultado concluyente sobre su influencia en el tratamiento de las fracturas.

Se observa que los periodos de osificación van de las 3 a las 9 semanas (el periodo de osificación estándar en un ave va de 3 a 6 semanas). Los resultados nos sugieren que, el periodo de osificación depende más del tipo de fractura y la lesión de tejidos blandos que del método quirúrgico elegido para el tratamiento (5 semanas en el caso 6, y 8 en el caso 9, ambos tratados con fijadores externos) o de la utilización o no de osteoconductores.

También observamos que el tiempo de recuperación es menor cuando se trata de una fractura cerrada.

- Otro estudio, según los registros médicos de admisión de aves silvestres en el Centro de recuperación de Healesville (Australia) se analizaron los casos de fracturas de coracoides unilaterales. [24]

Tabla 8: Resultados del estudio sobre el tratamiento en fracturas coracoideas unilaterales
[24]

Método empleado	Conservador	Quirúrgico
Animales liberados	16	10
Animales no liberados	2	19
Total	18	29

Se analizaron 47 casos en total. De los pájaros, 18 fueron tratados de forma conservadora con analgesia y puestos en jaula sin vendaje ni coaptación, y 29 fueron tratados mediante corrección quirúrgica de la fractura. **(Tabla 8)**

De las aves tratadas de forma conservadora, el 89% (16 de 18) se libera de nuevo en el medio natural. Por el contrario, 34% (10 de 29) de las aves que tratadas quirúrgicamente fueron liberadas.

El éxito del tratamiento para la liberación difirió significativamente entre los grupos de tratamiento. La muerte debido a un trauma intraoperatorio fue la principal razón por la que las aves tratadas quirúrgicamente, no fueron puestos en libertad.

Dados los altos riesgos asociados con el tratamiento quirúrgico y la alta tasa de éxito del tratamiento conservador, el tratamiento conservador parece prudente en el manejo de las lesiones coracoides en las aves.

6. Discusión

Es difícil poder llevar a cabo un estudio que refleje resultados representativos en este tipo de animales, ya que los datos que tenemos pertenecen a especies, fracturas y condiciones muy diversas, y además en el caso de los animales que son devueltos a su medio natural, es muy complicado poder realizar un seguimiento.

También cabe señalar, que aunque hay disponibilidad de bastante bibliografía, gran parte de ésta, o bien es demasiado antigua y está desactualizada, o es de acceso restringido.

A pesar del inconveniente de la complicada disponibilidad de bibliografía específica para aves silvestres, los principios generales del tratamiento de fracturas y las posibles complicaciones están ampliamente explicadas en libros de traumatología de otras especies, sobretodo en pequeños animales, y en muchas ocasiones, estos conceptos pueden extrapolarse a las aves, sabiendo de antemano las características específicas de dichos animales. Esto puede ayudar a comprender mejor las técnicas aplicadas y conceptos importantes en traumatología.[25,26,27, 28, 29, 30,]

En cualquier caso, para poder establecer comparaciones entre los distintos sistemas de osteosíntesis, aplicados a las aves salvajes, lo más adecuado sería llevar a cabo un estudio experimental en condiciones totalmente estandarizadas (misma especie, misma fractura, misma época del año, etc.)

Y sobre el tratamiento más adecuado en función de la fractura, según los estudios analizados, la tasa de éxito más elevada la tiene el tratamiento mediante inmovilización externa (vendaje), probablemente debido a que es menos traumático para el animal, ya que en muchas ocasiones, el animal muere durante la operación. Sin embargo, hay ocasiones en las que es

necesario intervenir quirúrgicamente para poder recuperar la funcionalidad total de la extremidad afectada.

7. Conclusiones

Podemos extraer como conclusión, que en caso de tratar con aves domésticas o con escasos recursos económicos, el uso de vendajes es una buena técnica, aunque el resultado funcional puede no ser óptimo.

En caso de aves de vuelo, especialmente las silvestres, se puede considerar que el mejor tratamiento es el quirúrgico, ya que permite una mejor y más rápida recuperación del miembro afectado. Dentro del tratamiento, la elección de las distintas técnicas va a depender del tipo de hueso y fractura a tratar, del tamaño del ave, lesiones asociadas, experiencia del veterinario, disponibilidad del material y financiación.

También es especialmente relevante determinar el pronóstico de una fractura a la hora de tomar una decisión, y que uno de los factores más importantes para determinarlo es la localización de la fractura y las estructuras que compromete, siendo las fracturas del miembro anterior mucho más complejas de resolver que las del miembro posterior.

We can draw the conclusion that in case of dealing with domestic birds or with limited financial resources, the use of bandages is a good technique, although functional outcome may not be optimal.

In case of dealing with birds that must fly, especially wild birds, it can be considered that the best treatment is surgery, as it allows a better and faster recovery of the affected limb. Within the treatment, the choice of different techniques will depend on the type of bone and fracture, the size of the bird, associated injuries, veterinary experience, availability of material and funding.

It is also particularly important to determine the prognosis of a fracture in order to make a decision, and that one of the most important factors to determine it is the location of the fracture and structures compromised, so, forelimb fractures are much more complex to solve than those of the hindlimb.

8. Valoración personal

Como valoración personal, considero este trabajo muy enriquecedor, ya que me ha permitido conocer la variedad de métodos para la resolución de fracturas existentes y todas sus aplicaciones en el ámbito de la rehabilitación de aves salvajes, así mismo también me ha servido para aprender conceptos nuevos sobre traumatología y sobre la anatomía y fisiología de las aves, ya que presentan bastantes diferencias comparadas con el resto de especies estudiadas durante la carrera.

También me ha aportado conocimientos sobre como buscar información científica de forma adecuada, tanto en la red como en libros en formato físico, así como a elaborar un trabajo académico siguiendo una adecuada metodología, justificación, bibliografía citada de forma correcta, etc.

Y finalmente también me ha permitido ampliar todos los conocimientos adquiridos durante el verano de 2015 en el hospital de animales salvajes en La Alfranca, donde realicé las prácticas externas.

9. Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que me han ayudado a hacer posible el desarrollo de este proyecto, especialmente a la directora del mismo, Azucena Gálvez, por haberme dado la oportunidad de trabajar con ella.

También quiero agradecer al Centro de recuperación de fauna salvaje “La Alfranca” por permitirme realizar allí mis prácticas externas y poder aprender un poco más sobre fauna salvaje.

Y finalmente a mi familia y amigos, por el apoyo recibido y por aguantar siempre mis “pájaros en la cabeza.

10. Bibliografía:

- [1] Hernández Segovia, M. (1992). Rehabilitación de aves de presa y conservación: Aspectos veterinarios. *Ardeola*, 39(2), pp.49-64.
- [2] aragon.es [Internet]. Departamento de medio ambiente.]. Available from: http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/MedioAmbiente/Nueva%20Area/02_Centro_Recuperacion_Fauna_Silvestre/FolletoDivulgativo.pdf
- [3] Roca E. Traumatología en aves. *Argos*. 2007;(91):38-41.
- [4] Caldera Domínguez J, Gonzalo Cordero J. Rehabilitación de aves salvajes heridas. Avila: Fondo Natural; 1993.
- [5] O'Malley B, Laborda Val J, Gil J, Catalán i Bravo R. Anatomía y fisiología clínica de animales exóticos. Zaragoza: Servet; 2008.
- [6] Samour J. Medicina aviaria. 2nd ed. Barcelona: Elsevier Mosby; 2010.
- [7] Rodríguez Quirós J. Traumatología en aves. Madrid: Luzon S.A.; 2002.
- [8] Vilaplana Valverde F. et al. Traumatología y ortopedia en aves silvestres. *AVEPA*. 1987;7(4):201-209.
- [9] Bañares de la Torre, A. (2011). Reparación de fracturas en aves de presa. clínica práctica online (especial exóticos), 3, pp.4-19.
- [10] Azmanis PN, Wernick MB, Hatt JM. Avian luxations: occurrence, diagnosis and treatment. 2014; *Vet Q*. 2014;34(1):11-21.
- [11] Speer, B. (n.d.). Current Therapy in Avian Medicine and Surgery.
- [12] Bennett RA, Kuzma AB: Fracture management in birds. *J Zoo Wildl Med* 1992; 23 (1): 5-
- [13] Tully TN: Basic avian bone growth and healing. *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*. 2002; 5 (1): 23-30
- [14] Withrow SJ: General Principles of fracture repairs in raptors. *Comp Cont Ed Pract Vet* 1982; 4:116-121.
- [15] Redig P: A clinical review of orthopedic techniques used in the rehabilitation of raptors. En Fowler M.E. (Ed.). *Zoo and wild animal medicine (II)*, pp. 388-402. Ed. WB. Saunders, Philadelphia, 1986.
- [16] Castiñeiras Pérez E, Segade Seoane M, Villanueva Santamarina B, GonzálezCantalapiedra A. Comparison of holding power of three different pin designs forexternal skeletal fixation in avian bone: a study in common buzzard (*Buteobuteo*). *Vet Surg*. 2008 Oct;37(7):702-5
- [17] MacCoy DM. Treatment of fractures in avian species. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 1992 Jan;22(1):225-38.

- [18] Bennert BM, Kircher PR, Gutbrod A, Riechert J, Hatt JM: Evaluation of Two Miniplate Systems and Figure-of-eight Bandages for Stabilization of Experimentally Induced Ulnar and Radial Fractures in Pigeons (*Columba livia*). Avian Med Surg. 2016 Jun;30(2):111-21.
- [19] Burgdorf-Moisuk A, Whittington JK, Bennett RA, McFadden M, Mitchell M, O'Brien R: Successful management of simple fractures of the femoral neck with femoral head and neck excision arthroplasty in two free-living avian species. J Avian Med Surg. 2011 Sep;25(3):210-5.
- [20] Sample S, Cole G, Paul-Murphy J, Hartup BK, Clyde V, Seeherman HJ, Schaefer S: Clinical use of recombinant human bone morphogenetic protein-2 in a whooping crane (*Grus americana*). Vet Surg. 2008 Aug;37(6):552-7.
- [21] Lemon MJ, Pack L, Forzán MJ: Valvular endocarditis and septic thrombosis associated with a radial fracture in a red-tailed hawk (*Buteo jamaicensis*). Can Vet J. 2012 Jan;53(1):79-82.
- [22] Pollock C. Postoperative management of the exotic animal patient. Vet Clin North Am Exot Anim Pract. 2002 Jan;5(1):183-212.
- [23] García Plana, C.; Cía A.. Estudio retrospectivo de 11 casos de fracturas de cúbito en aves salvajes. AVEPA. 2008;28(1):9-15
- [24] Franciscus Scheelings, T: Coracoid Fractures in Wild Birds: A Comparison of Surgical Repair Versus Conservative Treatment, Journal of Avian Medicine and Surgery Dec 2014 : Vol. 28, Issue 4, pg(s) 304-308
- [25] Zaera JP. Traumatología en pequeños animales. resolución de las fracturas más frecuentes. Zaragoza. Servet Editorial. 2013
- [26] Johnson AL. Manejo de fracturas específicas. En : Cirugía en Pequeños animales. Barcelona. Elsevier España. 2009. pg: 1015-1142
- [27] Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. Fourth edition. EEUU. Saunders Elsevier. 2006.
- [28] Sanchez-Valverde MA. Traumatología y ortopedia de pequeños animales. Madrid. McGraw-Hill-Interamericana de España.1997.
- [29] Coughlan A, Miller A. Manual de reparación de fracturas en pequeños animales. Barcelona. Editorial S. 1999.
- [30] Johnson AL. Fundamentos de cirugía ortopédica y manejo de fracturas. En : Cirugía en Pequeños animales. Barcelona. Elsevier España. 2009. pg: 930-1014
- [31] Doneley, B. (2011). Avian medicine and surgery in practice. London: Manson/Veterinary Press..

8. Anexos

Anexo I: Pronóstico en función del tipo de fractura [7]

Pronóstico	Tipo de fractura
Fracturas que no tienen tratamiento posible	<ul style="list-style-type: none">• Fractura localizada en la tuberosidad deltoidea (debido a la dificultad de acceso del fragmento proximal).• Fractura espiroidea conminuta de la porción distal del húmero. El pronóstico se complica si además existe exposición ósea.• Fractura periarticular y/o luxación del codo. Por lo general se desarrollan artrosis, y se pierde la capacidad de vuelo.• Fractura de cúbito y radio, muy proximal y antigua.• Fractura conminuta de la porción proximal del cúbito y luxación del radio.• Fractura segmental, cuyos fragmentos no son viables y degeneran en secuestros.• Fractura de tarsometatarso (por cepos), con importante lesión de tejidos blandos.
Fracturas que requieren un tratamiento inmediato	<ul style="list-style-type: none">• Fractura simple de la porción media de la diáfisis del húmero, sin esquirlas óseas y sin exposición.• Fractura segmental y simple de la porción media de la diáfisis del cúbito y radio.• Fractura de la porción media de la diáfisis del carpometacarpo.• Fractura espiroidea de la porción media de la diáfisis del fémur.• Fractura simple de la porción media de la diáfisis del tibiotarso.
Fracturas que requieren cierto nivel de experiencia y una atención inmediata para un manejo adecuado	<ul style="list-style-type: none">• Fractura a nivel de la porción media de la tuberosidad deltoidea, sin esquirlas óseas, ni daños de tejidos blandos adyacentes.• Fractura de coracoides.• Determinadas fracturas de radio-cúbito con esquirlas óseas, que requieren fijadores externos para el alineamiento de los fragmentos.

Anexo II: Manejo de la fractura según la localización [9]

	TÉCNICAS NO QUIRÚRGICAS			TÉCNICAS QUIRÚRGICAS				
	Vendaje en 8	Vendaje en 8 y al cuerpo	Férulas y otros sistemas	Cerclaje	EIM	FE-I	FE-II	FEH
Cadera			●	●	●			
Fémur				●	●	●		●
Tibiotarso			●	●	●	●	●	●
Tarsometatarso			●	●	●	●	●	●
Falanges y huesos tarsianos			●	●	●	●		
Escápula		●		●	●	●		
Coracoides		●		●	●	●		
Clavícula		●		●	●	●		
Húmero		●		●	●	●		●
Cúbito	●			●	●	●		●
Radio	●		●	●	●			
Carpometacarpo	●		●	●	●	●		

Fig. 1. Opciones terapéuticas empleadas según el tipo de fractura (EIM: Enclavijamiento intramedular; FE-I: Fijador externo unilateral o tipo I; FE-II: Fijador externo bilateral o tipo II; FEH: Fijador externo híbrido "tie-in").

● Técnica de elección ● Técnica indicada ● Técnicas combinadas

Anexo III: Secuencia de pasos necesarios para la resolución de una fractura diafisiaria mediante un clavo intramedular junto a la colocación de un hemifijador externo [31]

